

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-327012

(43) 公開日 平成5年(1993)12月10日

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>

H 0 1 L 33/00

識別記号

庁内整理番号

A 8934-4M

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数3(全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平4-148836

(22) 出願日 平成4年(1992)5月15日

(71) 出願人 000001889

三洋電機株式会社

大阪府守口市京阪本通2丁目18番地

(72) 発明者 太田 潔

守口市京阪本通2丁目18番地 三洋電機株式会社内

(72) 発明者 狩野 隆司

守口市京阪本通2丁目18番地 三洋電機株式会社内

(72) 発明者 古賀 和幸

守口市京阪本通2丁目18番地 三洋電機株式会社内

(74) 代理人 弁理士 鳥居 洋

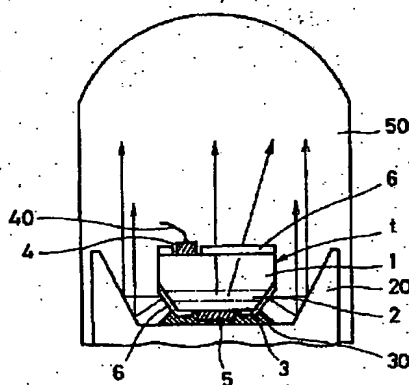
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 炭化ケイ素発光ダイオード

(57) 【要約】

【目的】 この発明は、光の取り出し効率を高められるようにした炭化ケイ素発光ダイオードを提供することを目的とする。

【構成】 電極4・5形成部を除く半導体チップtの表面、裏面もしくは表裏両面の部分が保護膜6で覆われた炭化ケイ素発光ダイオードにおいて、上記保護膜6が順に外側に形成された酸化鉄膜、酸化スズ膜及び酸化ケイ素膜からなる構成とする。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 電極形成部を除く半導体チップの表面、裏面もしくは表裏両面の部分が保護膜で覆われた炭化ケイ素発光ダイオードにおいて、上記保護膜が順に外側に形成された酸化鉄膜、酸化スズ膜及び酸化ケイ素膜からなる炭化ケイ素発光ダイオード。

【請求項2】 n形炭化ケイ素基板と、これの裏面に順に形成されたn形エピタキシャル層、p形エピタキシャル層及びp側電極と、n形炭化ケイ素基板の表面に形成されたn側電極とを有する炭化ケイ素発光ダイオードにおいて、n形炭化ケイ素基板がその表面からn形エピタキシャル層の近傍まで凹入する円錐台状の凹部と、該凹部の周面に形成された反射膜とを備えることを特徴とする炭化ケイ素発光ダイオード。

【請求項3】 上記凹部がp側電極に対向して形成され、かつ、その底面がp側電極よりも大面積に形成される請求項2に記載の炭化ケイ素発光ダイオード。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、青色発光する炭化ケイ素発光ダイオードに係り、特に光の取り出し効率を高められるようにした炭化ケイ素発光ダイオードに関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、発光ダイオード(LED)は赤から緑色を発光するものであり、青色は発光できないものとされていたが、近年になって、pn接合を安定良く形成できる炭化ケイ素(以下、SiCと記す。)を用いることにより高輝度の青色発光ダイオードが提案されるようになった。

【0003】 具体的には、例えば図5に示すように、n形SiC基板11の上にn形エピタキシャル層12とp形エピタキシャル層13とを順に形成し、n形SiC基板11の表面にn側電極14(Au-Ni電極)を、p形エピタキシャル層13の表面にp側電極15(Al-Si電極)を形成した半導体チップt1をカップ状のフレーム20の円錐台形の凹部21にp側を下にして挿入し、例えば銀ペースト(Agペースト)30を用いてダイボンドしている。この後、n側電極5はワイヤ40によって他のフレーム端子とワイヤボンディング接続され、更に、樹脂モールドによって例えばエポキシ樹脂等の樹脂50で包んである。

【0004】 また、例えば図6に示すように、n形SiC基板11の上にn形エピタキシャル層12とp形エピタキシャル層13とを順に形成した後、p形エピタキシャル層13からn形SiC基板11にわたってメサエッチングし、更に、例えばSiO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>等からなる保護膜16によってp形エピタキシャル層13及びpn接合部を覆った後、p形電極15及びn形電極14を形成した半導体チップt2をカップ状のフレーム20の円錐台形の凹部21にp側を上にして挿入し、例えば銀

2

ペースト(Agペースト)30を用いてダイボンドしている。この場合には、p側電極15がワイヤ40によって他のフレーム端子にワイヤボンディング接続され、モールドリングによって例えばエポキシ樹脂等の樹脂50で包まれる。

【0005】 また、これらのSiC発光ダイオードにおいては、主としてn形エピタキシャル層12で発光が起こり、しかも、電流がほぼp側電極15の在る範囲に集中するため、n形SiC基板11側あるいはp形エピタキシャル層13側から見ると、例えば図7に示すように、ほぼp側電極15と同じ形状及び大きさの発光層17が観察される。

【0006】 この発光層17からの発光は、主としてn形SiC基板11(またはp形エピタキシャル層3)を通してそのまま出射されるが、n形SiC基板11からフレーム20の凹部21の周面に射出し、その周面で反射される光と、n形エピタキシャル層12からフレーム20の凹部21の周面に射出し、その周面で反射される光とを取り出すことができる。

【0007】 なお、例えば特開昭62-25472号公報に開示するように、p側電極を取り囲むようにp形エピタキシャル層からn形SiC基板内に凹入する環状のV字溝を形成し、pn接合面にほぼ平行に射出する光をn形SiC基板内に反射させてn形SiC基板の表面側から射出させるものも提案されている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、これらSiC発光ダイオードにおいては、SiC(6H-SiC)の屈折率が2.6~2.7であるのに対して樹脂50を構成するエポキシ樹脂の屈折率は1.5程度、また、保護膜16を構成するSiO<sub>2</sub>の屈折率は1.4~1.5程度、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の屈折率は1.6程度である。

【0009】 このように、SiCとの屈折率の差が大きい樹脂50や保護膜16がSiCと境界を接している場合には、その境界面で光が反射する臨界角が小さくなって半導体チップt1・t2内に閉じ込められる光量が多くなり、光の取り出し効率が低下するという問題がある。

【0010】 本発明の目的は、n形SiC基板11あるいはp形エピタキシャル層13と樹脂50あるいは保護膜16との境界において反射される光を少なくして、光の取り出し効率を高めることにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】 本発明の第1のSiC発光ダイオードは、上記の目的を達成するため、電極形成部を除く半導体チップの表面、裏面もしくは表裏両面の部分が保護膜で覆われたSiC発光ダイオードにおいて、上記保護膜が順に外側に形成された酸化鉄膜、酸化スズ膜及び酸化ケイ素膜で構成される。

【0012】 また、本発明の第2のSiC発光ダイオード

3

ドは、上記の目的を達成するため、 $n$ 形SiC基板と、これの裏面に順に形成された $n$ 形エピタキシャル層、 $p$ 形エピタキシャル層及び $p$ 側電極と、 $n$ 形SiC基板の表面に形成された $n$ 側電極とを有するSiC発光ダイオードにおいて、 $n$ 形SiC基板がその表面から $n$ 形エピタキシャル層の近傍まで凹入する円錐台状の凹部と、該凹部の周面に形成された反射膜とを備えることを特徴とする。

【0013】

【作用】本発明の第1のSiC発光ダイオードにおいては、SiCの表面に順に酸化鉄( $Fe_2O_3$ )膜、酸化スズ( $SnO_2$ )膜及び酸化ケイ素( $SiO_2$ )膜が形成される。ここで、SiCの屈折率が2.7であるのに対して、 $Fe_2O_3$ の屈折率は2.75、 $SnO_2$ の屈折率は2.1、 $SiO_2$ の屈折率は1.5、樹脂を形成するエポキシ樹脂の屈折率は1.5である。したがって、屈折率が2.7→2.75→2.1→1.5→1.5と順次徐々に変化し、SiCと酸化鉄膜との境界面、保護膜を形成する各膜の境界面及び保護膜と樹脂との境界面での屈折率の差が小さくなるので、各境界面での反射が起こる臨界角を小さく大きくして内側に閉じ込められる光量を少なくでき、発光層から $n$ 形SiC基板を通して出射する光量を高めることができる。

【0014】また、本発明の第2のSiC発光ダイオードにおいては、 $n$ 形SiC基板に $n$ 形エピタキシャル層の近傍まで凹入する凹部を形成することにより、発光層から $n$ 形SiC基板と樹脂あるいは保護膜との境界面までの間隔が狭くなり、 $n$ 形SiC基板による光の吸収を殆ど受けることなく凹部の底面から出射される。この出射光は分散性があるが、凹面の周面に形成した反射膜で反射させることにより、外部に射出させることができる。

【0015】

【実施例】図1の断面図に示すように、本発明の一実施例に係るSiC発光ダイオードランプは、 $n$ 形SiC基板1、 $n$ 形エピタキシャル層2、 $p$ 形エピタキシャル層3、 $n$ 側電極4、 $p$ 形電極5及び保護膜6を有する半導体チップ $t$ を $p$ 側を下にしてカップ状のフレーム20の円錐台形の凹部21に $n$ 側を上にして挿入し、例えば銀ペースト30を用いてダイボンドしている。そして、 $n$ 側電極4がワイヤ40によって他のフレーム端子にワイヤボンディング接続され、更に、モールディングによって、例えばエポキシ樹脂等の樹脂50で包まれる。上記半導体チップ $t$ は例えば図2(A)～(F)に順に示す手順によって形成

【0016】される。

【0017】すなわち、まず、図2(A)に示すように、 $6H-SiC$ の結晶型を有する $n$ 形SiC基板1の主たる面の上に $n$ 形エピタキシャル層2と $p$ 形エピタキシャル層3とが常法に従って形成される。

4

【0018】これら $n$ 形エピタキシャル層2と $p$ 形エピタキシャル層3の厚さは特に限定されず、ここでは従来例と同様に、 $n$ 形エピタキシャル層2を $2\mu m$ 程度の厚さに、また、 $p$ 形エピタキシャル層3を $1\mu m$ 程度の厚さに形成している。

【0019】この後、図2(B)に示すように、パターンニングされた酸化ケイ素( $SiO_2$ )膜60をマスク剤として塩素( $Cl_2$ )ガス中でのガスエッチングによりメサエッチングを行う。

【0020】メサエッチングの深さは、 $p$ 形エピタキシャル層3と $n$ 形エピタキシャル層2を貫通して、 $n$ 形SiC基板1をも若干エッチングする深さが好ましく、ここでは、約 $5\mu m$ の深さのメサエッチングを行った。

【0021】この後、図2(C)に示すように、 $n$ 形SiC基板1の表面にAu-Niからなる $n$ 側電極4を形成するとともに、 $p$ 形エピタキシャル層3の表面にAl-Siからなる $p$ 形電極5が形成される。

【0022】これらの電極4・5の厚さは特に限定されず、ここでは従来例と同様にそれぞれ $1\mu m$ 程度の厚さに形成した。

【0023】この後、図2(D)に示すように、 $p$ 側電極5をフォトレジストパターン70でカバーしてから、 $p$ 形エピタキシャル層3の表面に $Fe_2O_3$ 膜、 $SnO_2$ 膜及び $SiO_2$ 膜の3層構造の保護膜6を形成する。

【0024】この保護膜6を形成する方法は特に限定されないが、ここでは、薄膜形成方法の中のスパッタリング法によって順に $Fe_2O_3$ 膜、 $SnO_2$ 膜及び $SiO_2$ 膜をそれぞれ $30nm$ 、 $50nm$ 、 $100nm$ の厚さに形成する。

【0025】この後、フォトレジストパターン70をリフトオフ法によって除去して $p$ 側の保護膜6のパターンニングを完了してから、図2(E)に示すように、同様にして $n$ 側電極4をフォトレジストパターン70でカバーし、 $n$ 形SiC基板1の表面に保護膜6を形成し、フォトレジストパターン70をリフトオフ法によって除去して $n$ 側の保護膜6のパターンニングを完了する。

【0026】最後に、ダイシングによって所定の大きさに裁断することにより図2(F)に示すような上記半導体チップ $t$ が得られる。

【0027】このSiC発光ダイオードランプにおいては、主として $n$ 形エピタキシャル層2でほぼ $p$ 側電極5に対応する範囲で発光現象が起こり、ここから放射される光は、図1に矢印で示すように、主として $n$ 形SiC基板1及び $n$ 側の保護膜6を透過して取り出され、また、 $n$ 形SiC基板1を透過してフレーム20の凹部21の周面で反射されて取り出され、更に $n$ 形エピタキシャル層2を透過してフレーム20の凹部21の周面で反射されて取り出される。

【0028】 $n$ 形エピタキシャル層2から $n$ 形SiC基板1と $n$ 側の保護膜6との境界面に進む光のうちの一部

5

分はその境界面で反射されて半導体チップt内に閉じ込められるが、このSiC発光ダイオードランプにおいては保護膜6がn形SiC基板1側から順に $Fe_2O_3$ 膜、 $SnO_2$ 膜及び $SiO_2$ 膜が並ぶ3層構造に形成されているので、n形SiC基板1から出射方向への屈折率の変化が2.7→2.75→2.1→1.5→1.5と順次徐々に変化し、n形SiC基板1と酸化鉄膜との境界面、保護膜6を形成する各膜の境界面及び保護膜6と樹脂50との境界面での屈折率の差が小さくなるので、各境界面での反射の臨界角を大きくでき、n形エピタキシャル層2からn形SiC基板1を通して出射する光量を高めることができる。

【0029】上記の一実施例では、半導体チップtがp側を下にしてフレーム20にダイボンドされているが、例えば図3に示すように、半導体チップtがn側を下にしてフレーム20にダイボンドされた場合にも本発明は適用できる。

【0030】図4に示す本発明のまた他の実施例に係るSiC発光ダイオードランプにおいては、この半導体チップtがp側を下にしてカップ状のフレーム20の円錐台形の凹部21にn側を上にして挿入される。そして、この半導体チップtのn形SiC基板1が表面から裏面に向かって円錐台形に凹入する凹部7とその凹部7の周面に形成された反射膜8とを備えている。

【0031】この凹部7はできるだけn形エピタキシャル層2の近くまで深く形成することが好ましく、また、その底面はp側電極5に対向し、この底面の投影内にp側電極5が含まれるように広く形成してある。

【0032】n形SiC基板1に凹部7を形成する方法は特に限定されず、例えばフォトリソグラフィ技術によって形成することができる。すなわち、凹部7に対応する部分以外のn形SiC基板1の表面を例えば $SiO_2$ 膜をマスク材として、塩素ガス/酸素ガス/アルゴンガスの混合ガスによって1000℃近辺の温度でガスエッチングする。

【0033】上記反射膜8の形成方法も特に限定されず、例えばアルミニウム等の薄膜を電子ビーム、蒸着等の薄膜形成技術によって形成すればよい。

【0034】このSiC発光ダイオードランプにおいては、主としてn形エピタキシャル層2でほぼp側電極5に対応する範囲で発光現象が起こり、ここからn形SiC基板1内に放射される光はほとんどn形SiC基板1内で吸収されることなく半導体チップtの外側に出射され、再度n形SiC基板1に入射しようとする光は反射膜8によって反射される。したがって、n形エピタキシャル層2からn形SiC基板1内に放出される光をほとんどn形SiC基板1内で吸収させることなく取り出せることになる。

【0035】また、n形SiC基板1による光の吸収をほとんど考慮せずにすむので、光の吸収が大きくても電

6

気抵抗値の低いn形SiC基板1を使用できるようになり、消費電力を節約できるようになる。

【0036】この実施例のその他の構成、作用ないし効果は上記の一実施例のそれらと同様であるので、重複を避けるためにこれらの説明は省略する。また、図4において図1に示す各部分に対応する部分にはそれぞれ図1と同じ符号と名称とを付している。

【0037】

【発明の効果】以上のように、本発明の第1のSiC発光ダイオードにおいては、SiCの表面に酸化鉄膜、酸化錫膜及び酸化ケイ素膜の3層構造の保護膜6を形成して、SiCから保護膜の表面に達するまでの間に屈折率を順次徐々に変化させているので、SiCと保護膜との境界面、保護膜内の各層間の境界面、あるいは保護膜とその周囲を包む樹脂との境界面での反射を少なくして半導体チップ内への光の閉じ込めを少なくし、光の取り出し効率を高めることができる。

【0038】また、本発明の第2のSiC発光ダイオードによれば、n形SiC基板をn形エピタキシャル層の近くまで凹入させることにより、n形エピタキシャル層からの発光をほとんどn形SiC基板内に吸収させることなく出射させるとともに、出射させた光が再度n形SiC基板内に入射することを反射膜で防止してn形SiC基板の表面側に反射させるので、取り出し効率を高めることができる。

【0039】更に、本発明の第2のSiC発光ダイオードによれば、n形SiC基板1による光の吸収をほとんど考慮せずにすむので、光の吸収が大きくても電気抵抗値の低いn形SiC基板を使用できるようになり、消費電力を節約できるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例の断面図である。

【図2】本発明の半導体チップの製造方法のフロー図である

【図3】本発明の他の実施例の断面図である。

【図4】本発明のまた他の実施例の断面図である。

【図5】従来例の断面図である。

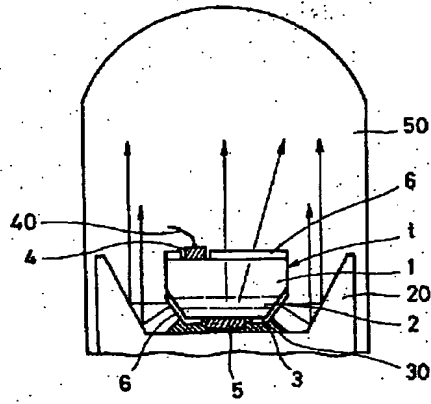
【図6】他の従来例の断面図である。

【図7】他の従来例の平面図である。

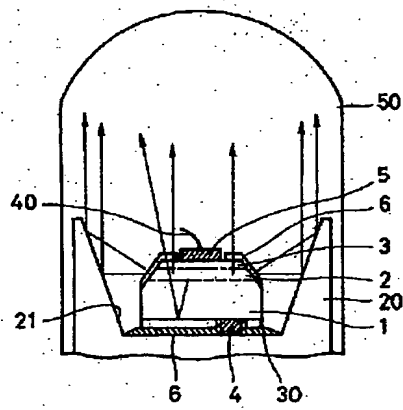
【符号の説明】

- 1 n形SiC基板
- 2 n形エピタキシャル層
- 3 p形エピタキシャル層
- 4 n側電極
- 5 p側電極
- 6 保護膜
- 7 凹部
- 8 反射膜
- t 半導体チップ

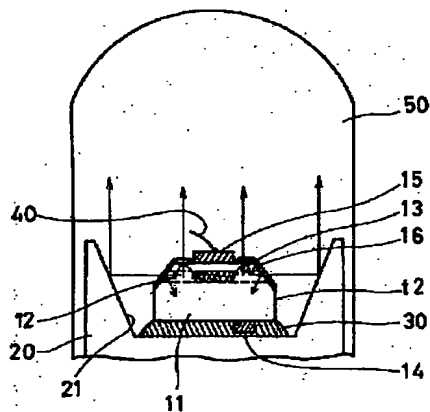
【図1】



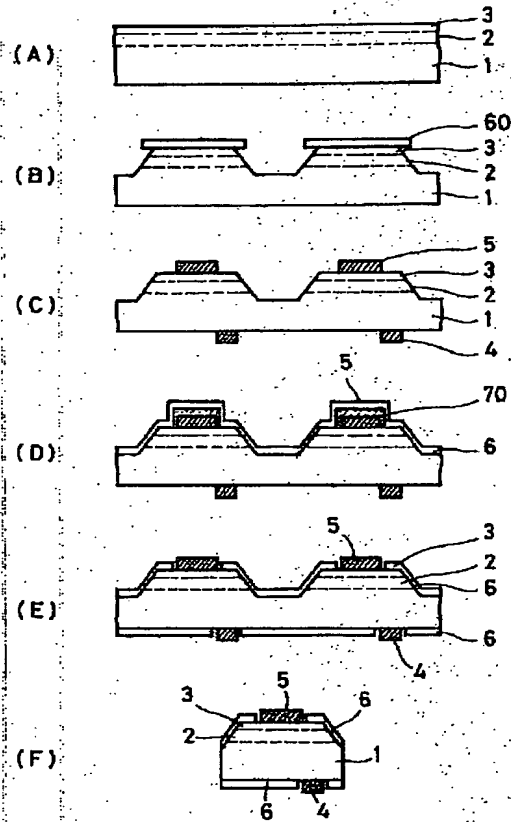
【図3】



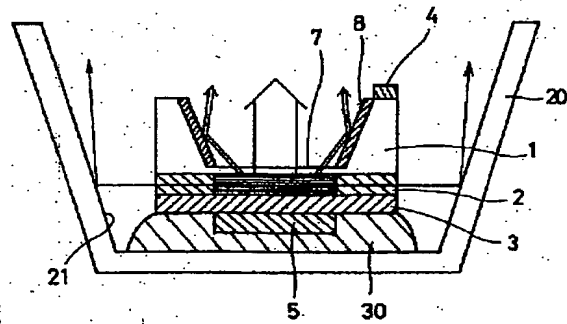
【図6】



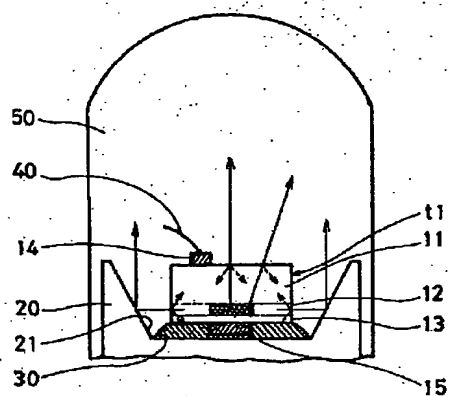
【図2】



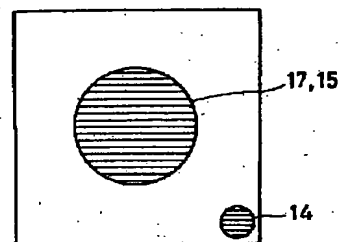
【図4】



【図5】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 國里 竜也  
 守口市京阪本通2丁目18番地 三洋電機株  
 式会社内

(72)発明者 上田 康博  
 守口市京阪本通2丁目18番地 三洋電機株  
 式会社内

# SILICON CARBIDE LIGHT EMITTING DIODE

Publication number: JP5327012

Publication date: 1993-12-10

Inventor: OTA KIYOSHI; KANO TAKASHI; KOGA KAZUYUKI; KUNISATO TATSUYA; UEDA YASUHIRO

Applicant: SANYO ELECTRIC CO

Classification:

- international: **H01L33/00; H01L33/00**; (IPC1-7): H01L33/00

- European:

Application number: JP19920148836 19920515

Priority number(s): JP19920148836 19920515

[View INPADOC patent family](#)

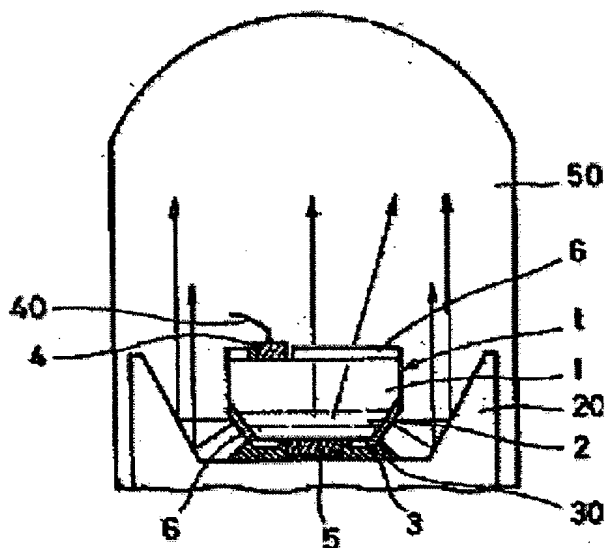
[View list of citing documents](#)

[Report a data error here](#)

## Abstract of JP5327012

**PURPOSE:** To provide a silicon carbide light emitting diode which enables improvement of taking up efficiency of light.

**CONSTITUTION:** In a silicon carbide light emitting diode wherein a surface, a rear or both sides thereof of a semiconductor chip (t) excepting a formation part of electrodes 4, 5 are covered with a protecting film 6, the film 6 is constituted of an iron oxide film, a tin oxide film and a silicon oxide film formed in this order in the outside.



Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1]A silicon carbide light emitting diode which consists of an iron oxide film, a tin-oxide film, and a silicon oxide film in which the above-mentioned protective film was formed outside in order in a silicon carbide light emitting diode with which a portion of the surface of a semiconductor chip except an electrode formation part, a rear face, or rear surface both sides was covered by a protective film.

[Claim 2]A silicon carbide light emitting diode which has n form silicon carbide board characterized by comprising the following, n form epitaxial layer, p form epitaxial layer and p lateral electrode which were formed in a rear face of this in order, and n lateral electrode formed in the surface of n form silicon carbide board.

A truncated cone form crevice in which n form silicon carbide board carries out [ to / from the surface / near the n form epitaxial layer ] a reentrant.

A reflection film formed in a peripheral surface of this crevice.

[Claim 3]The silicon carbide light emitting diode according to claim 2 with which the above-mentioned crevice counters p lateral electrode, and it is formed, and the bottom is formed in a large area rather than p lateral electrode.

---

[Translation done.]



\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application]This invention relates to the silicon carbide light emitting diode start [ light emitting diode ] the silicon carbide light emitting diode which carries out blue light, especially it was made to have the extraction efficiency of light raised.

[0002]

[Description of the Prior Art]Although a light emitting diode (LED) shall emit light in green from red and the blue should emit light conventionally, recent years come and a high-intensity blue light-emitting diode came to be proposed by using the silicon carbide (it is hereafter described as SiC.) which can form pn junction with sufficient stability.

[0003]As shown, for example in drawing 5, the n form epitaxial layer 12 and the p form epitaxial layer 13 are specifically formed in order on n form SiC substrate 11, Turn the p side down and the semiconductor chip t1 which formed the n lateral electrode 14 (Au-Ni electrode) in the surface of n form SiC substrate 11, and formed the p lateral electrode 15 (aluminum-Si electrode) in the surface of the p form epitaxial layer 13 is inserted in the crevice 21 of the conical trapezoid of the cup shape frame 20, For example, the die bonded is carried out using the silver paste (Ag paste) 30. Then, wire bonding connection of the n lateral electrode 5 is carried out to other frame terminals with the wire 40, and it is further wrapped in the resin 50, such as an epoxy resin, by the resin molding.

[0004]As shown, for example in drawing 6, after forming the n form epitaxial layer 12 and the p form epitaxial layer 13 in order on n form SiC substrate 11, Mesa etching is carried out ranging from the p form epitaxial layer 13 to n form SiC substrate 11, After covering the p form epitaxial layer 13 and a pn junction part by the protective film 16 which consists of  $\text{SiO}_2$  and aluminum $_2\text{O}_3$  etc., for example, The p side is turned up, and the semiconductor chip t2 in which the p form electrode 15 and the n form electrode 14 were formed is inserted in the crevice 21 of the conical trapezoid of the cup shape frame 20, for example, the die bonded is carried out using the silver paste (Ag paste) 30. In this case, wire bonding connection of the p lateral electrode 15 is carried out to other frame terminals with the wire

40, and it is wrapped in the resin 50, such as an epoxy resin, by molding.

[0005]In these SiC light emitting diodes, In order that luminescence may take place mainly by the n form epitaxial layer 12 and current may moreover concentrate on the range with the about p lateral electrodes 15, If it sees from the n form SiC-substrate 11 or p form epitaxial layer 13 side, as shown, for example in drawing 7, the luminous layer 17 of the same shape as the about p lateral electrodes 15 and a size will be observed.

[0006]Although luminescence from this luminous layer 17 is emitted as it is mainly through n form SiC substrate 11 (or p form epitaxial layer 3), It can be emitted to the peripheral surface of the crevice 21 of the frame 20 from n form SiC substrate 11, and the light reflected by the peripheral surface and the light which is emitted to the peripheral surface of the crevice 21 of the frame 20 from the n form epitaxial layer 12, and is reflected by the peripheral surface can be taken out.

[0007]Annular V character slot which carries out a reentrant is formed in n form SiC substrate from p form epitaxial layer so that it may indicate, for example to JP,62-25472,A, and p lateral electrode may be surrounded, The thing which is made to reflect the light ejected almost in parallel with a pn junction surface in n form SiC substrate, and is made to emit from the surface side of n form SiC substrate is also proposed.

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]By the way, in these SiC light emitting diodes, The refractive index of 1.4 to about 1.5 and aluminum<sub>2</sub>O<sub>3</sub> of the refractive index of SiO<sub>2</sub> from which the refractive index of the epoxy resin which constitutes the resin 50 to the refractive indices of SiC (6 H-SiC) being 2.6-2.7 constitutes about 1.5 and the protective film 16 is about 1.6.

[0009]Thus, when the resin 50 and the protective film 16 with a large difference of the refractive index with SiC are in contact with SiC in the boundary, the critical angle which light reflects in the interface becomes small, the light volume shut up in semiconductor chip t1 and t2 increases, and there is a problem that the extraction efficiency of light falls.

[0010]The purpose of this invention is to lessen light reflected on a boundary with n form SiC substrate 11 or the p form epitaxial layer 13, the resin 50, or the protective layer 16, and to raise the extraction efficiency of light.

[0011]

[Means for Solving the Problem]In order that the 1st SiC light emitting diode of this invention may attain the above-mentioned purpose, In a SiC light emitting diode with which a portion of the surface of a semiconductor chip except an electrode formation part, a rear face, or rear surface both sides was covered by a protective film, the above-mentioned protective film comprises an iron oxide film, a tin-oxide film, and a silicon oxide film which were formed outside in order.

[0012]This invention the 2nd SiC light emitting diode of this invention, In order to attain the above-mentioned purpose, a SiC light emitting diode which has n form SiC substrate, n form epitaxial layer, p form epitaxial layer and p lateral electrode which were formed in a

rear face of this in order, and n lateral electrode formed in the surface of n form SiC substrate is characterized by comprising the following:

A truncated cone form crevice in which n form SiC substrate carries out [ to / from the surface / near the n form epitaxial layer ] a reentrant.

A reflection film formed in a peripheral surface of this crevice.

[0013]

[Function]In the 1st SiC light emitting diode of this invention, an iron oxide ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) film, a tin-oxide ( $\text{SnO}_2$ ) film, and a silicon oxide ( $\text{SiO}_2$ ) film are formed in order on the surface of SiC. The refractive index of the epoxy resin, as for the refractive index of  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , the refractive index of 2.1 and  $\text{SiO}_2$  forms 1.5 and resin to the refractive index of SiC being 2.7 here, as for whose refractive index of 2.75 and  $\text{SnO}_2$  is 1.5. Therefore, since a refractive index changes gradually one by one with  $2.7 \rightarrow 2.75 \rightarrow 2.1 \rightarrow 1.5 \rightarrow 1.5$  and the difference of the refractive index in the interface of SiC and an iron oxide film, the interface of each film which forms a protective film, and the interface of a protective film and resin becomes small, Light volume which enlarges small the critical angle from which reflection in each interface takes place, and is shut up inside can be lessened, and the light volume emitted through n form SiC substrate from a luminous layer can be raised.

[0014]In the 2nd SiC light emitting diode of this invention, By forming the crevice which carries out a reentrant to n form SiC substrate to near the n form epitaxial layer, the interval from a luminous layer to an interface with n form SiC substrate, resin, or a protective layer becomes narrow, and it is emitted from the bottom of a crevice, without receiving most absorption of light by n form SiC substrate. Although this emitted light is dispersive, it can be made to eject outside by making it reflect with the reflection film formed in the concave peripheral surface.

[0015]

[Example]As shown in the sectional view of drawing 1, the SiC-light-emitting-diode lamp concerning one example of this invention, Turn the p side for semiconductor chip t which has n form SiC substrate 1, n form shrimp TAKISHARU layer 2, the p form epitaxial layer 3, the n lateral electrode 4, the p form electrode 5, and the protective film 6 down, and turn the n side up and it is inserted in the crevice 21 of the conical trapezoid of the cup shape frame 20, For example, the die bonded is carried out using the silver paste 30. And wire bonding connection of the n lateral electrode 4 is carried out to other frame terminals with the wire 40, and it is further wrapped, for example in the resin 50, such as an epoxy resin, by molding. The above-mentioned semiconductor chip t is formed for example, in drawing 2 (A) - (F) by the procedure shown in order. [0016]It is carried out.

[0017]That is, first, as shown in drawing 2 (A), the n form epitaxial layer 2 and the p form epitaxial layer 3 are formed in accordance with a conventional method on the main field of n

form SiC substrate 1 which has a crystal form of 6 H-SiC.

[0018]the thickness in particular of these n type epitaxial layer 2 and the p form epitaxial layer 3 is not limited -- here -- a conventional example -- the same -- the n form epitaxial layer 2 -- a thickness of about 2 micrometers -- the p form epitaxial layer 3 is formed in a thickness of about 1 micrometer.

[0019]Then, as shown in drawing 2 (B), the vapor etching in the inside of chlorine ( $\text{Cl}_2$ ) gas performs mesa etching by making the patterned silicon oxide ( $\text{SiO}_2$ ) film 60 into a mask agent.

[0020]The depth of mesa etching penetrated the p form epitaxial layer 3 and the n form epitaxial layer 2, and its depth which also etches n form SiC substrate 1 a little was preferred, and it performed mesa etching about 5 micrometers deep here.

[0021]Then, as shown in drawing 2 (C), while forming in the surface of n form SiC substrate 1 the n lateral electrode 4 which consists of Au-nickel, the p form electrode 5 which consists of aluminum-Si is formed in the surface of the p form epitaxial layer 3.

[0022]The thickness in particular of these electrodes 4 and 5 was not limited, but was formed in a thickness of about 1 micrometer like the conventional example here, respectively.

[0023]Then, as shown in drawing 2 (D), after covering the p lateral electrode 5 with the photoresist pattern 70, the protective film 6 of the three-tiered structure of a  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  film, a  $\text{SnO}_2$  film, and a  $\text{SiO}_2$  film is formed in the surface of the p form epitaxial layer 3.

[0024]Although the method in particular of forming this protective film 6 is not limited, a  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  film, a  $\text{SnO}_2$  film, and a  $\text{SiO}_2$  film are formed in a thickness of 30 nm, 50 nm, and 100 nm in order by the sputtering process in a method for forming thin film here, respectively.

[0025]Then, after removing the photoresist pattern 70 by the lift-off method and completing patterning of the protective film 6 by the side of p, as shown in drawing 2 (E), The n lateral electrode 4 is similarly covered with the photoresist pattern 70, the protective film 6 is formed in the surface of n form SiC substrate 1, the photoresist pattern 70 is removed by the lift-off method, and patterning of the protective film 6 by the side of n is completed.

[0026]Finally, the above-mentioned semiconductor chip t as shown in drawing 2 (F) is obtained by judging in a predetermined size by dicing.

[0027]In this SiC-light-emitting-diode lamp, The light which a luminous phenomenon happens and is mainly emitted from here in the range corresponding to the about p lateral electrodes 5 by the n form epitaxial layer 2, As an arrow shows to drawing 1, mainly penetrate n form SiC substrate 1 and the protective film 6 by the side of n, and it is taken out, n form SiC substrate 1 is penetrated, and it is reflected and taken out by the peripheral surface of the crevice 21 of the frame 20, and also the n form epitaxial layer 2 is penetrated, and it is reflected and taken out by the peripheral surface of the crevice 21 of

the frame 20.

[0028]Although it is reflected in the interface and the part of the lights which he follows to the interface of n form SiC substrate 1 and the protective film 6 by the side of n from the n form epitaxial layer 2 is shut up in semiconductor chip t, Since the protective film 6 is formed in the three-tiered structure with which a  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  film, a  $\text{SnO}_2$  film, and a  $\text{SiO}_2$  film are located in a line sequentially from the n form SiC-substrate 1 side in this SiC-light-emitting-diode lamp, Change of the refractive index from n form SiC substrate 1 to an emission direction changes gradually one by one with  $2.7 \rightarrow 2.75 \rightarrow 2.1 \rightarrow 1.5 \rightarrow 1.5$ , Since the difference of the refractive index in the interface of n form SiC substrate 1 and an iron oxide film, the interface of each film which forms the protective film 6, and the interface of the protective film 6 and the resin 50 becomes small, The critical angle of reflection in each interface can be enlarged, and the light volume emitted through n form SiC substrate 1 from the n form epitaxial layer 2 can be raised.

[0029]Although semiconductor chip t turns the p side down and the die bonded is carried out to the frame 20 in the one above-mentioned example, this invention can be applied, also when semiconductor chip t turns the n side down and the die bonded of the metaphor is carried out to the frame 20, as shown in drawing 3.

[0030]In the SiC-light-emitting-diode lamp concerning other examples of this invention shown in drawing 4 again, the p side is turned down, and this semiconductor chip t turns the n side up, and is inserted in the crevice 21 of the conical trapezoid of the cup shape frame 20. And it has the reflection film 8 formed in the peripheral surface of the crevice 7 in which n form SiC substrate 1 of this semiconductor chip t carries out a reentrant to a conical trapezoid toward a rear face from the surface, and its crevice 7.

[0031]As for this crevice 7, it is preferred to form deeply to near the n form epitaxial layer 2 as much as possible, and that bottom counters the p lateral electrode 5, and it is widely formed so that the p lateral electrode 5 may be contained in projection of this bottom.

[0032]The method in particular of forming the crevice 7 in n form SiC substrate 1 is not limited, for example, can be formed with photolithography technique. Namely, vapor etching of the surface of n form SiC substrates 1 other than the portion corresponding to the crevice 7 is carried out at the temperature of nearly 1000 \*\* by using for example, a  $\text{SiO}_2$  film as a mask material with the mixed gas of gaseous chlorine / oxygen gas / argon gas.

[0033]The formation method in particular of the above-mentioned reflection film 8 is not limited, either, for example, what is necessary is just to form thin films, such as aluminum, by thin film coating technology, such as an electron beam and vacuum evaporation.

[0034]In this SiC-light-emitting-diode lamp, A luminous phenomenon mainly happens in the range corresponding to the about p lateral electrodes 5 by the n form epitaxial layer 2, Most lights emitted in n form SiC substrate 1 from here are emitted to the outside of semiconductor chip t, without being absorbed within n form SiC substrate 1, and the light which is going to enter into n form SiC substrate 1 again is reflected by the reflection film 8.

Therefore, it can take out, without making most lights emitted in n form SiC substrate 1 from the n form epitaxial layer 2 absorb within n form SiC substrate 1.

[0035]Since it is necessary to hardly take into consideration the absorption of light by n form SiC substrate 1, even if the absorption of light is large, n form SiC substrate 1 with a low electric resistance value can be used, and power consumption can be saved.

[0036]Since the composition of others of this example, the operation, or the effect is the same as that of them of the one above-mentioned example, these explanation is omitted in order to avoid duplication. The respectively same numerals and name as drawing 1 are given to the portion corresponding to each portion shown in drawing 1 in drawing 4.

[0037]

[Effect of the Invention]As mentioned above, in the 1st SiC light emitting diode of this invention, Since the refractive index will be gradually changed one by one by the time it forms the protective film 6 of the three-tiered structure of an iron oxide film, a tin oxide film, and a silicon oxide film on the surface of SiC and arrives at the surface of a protective film from SiC, Reflection in the interface of SiC and a protective film, the interface between each class in a protective film, or the interface of a protective film and the resin which wraps the circumference can be lessened, the light into a semiconductor chip can close, eye \*\* can be lessened, and the extraction efficiency of light can be raised.

[0038]By carrying out the reentrant of the n form SiC substrate to near the n form epitaxial layer according to the 2nd SiC light emitting diode of this invention, Since the light made to emit is prevented from entering in n form SiC substrate again with a reflection film and it is made to reflect in the surface side of n form SiC substrate while making it emitted, without making most luminescence from n form epitaxial layer absorb in n form SiC substrate, extraction efficiency can be raised.

[0039]Since it is necessary to hardly take into consideration the absorption of light by n form SiC substrate 1 according to the 2nd SiC light emitting diode of this invention, even if the absorption of light is large, n form SiC substrate with a low electric resistance value can be used, and power consumption can be saved.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]It is a sectional view of one example of this invention.

[Drawing 2]It is a flow chart of the manufacturing method of the semiconductor chip of this invention.

[Drawing 3]It is a sectional view of other examples of this invention.

[Drawing 4]It is a sectional view of other examples of this invention again.

[Drawing 5]It is a sectional view of a conventional example.

[Drawing 6]It is a sectional view of other conventional examples.

[Drawing 7]It is a top view of other conventional examples.

[Description of Notations]

1 n form SiC substrate

2 n form epitaxial layer

3 p form epitaxial layer

4 n lateral electrode

5 p lateral electrode

6 Protective film

7 Crevice

8 Reflection film

t Semiconductor chip

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

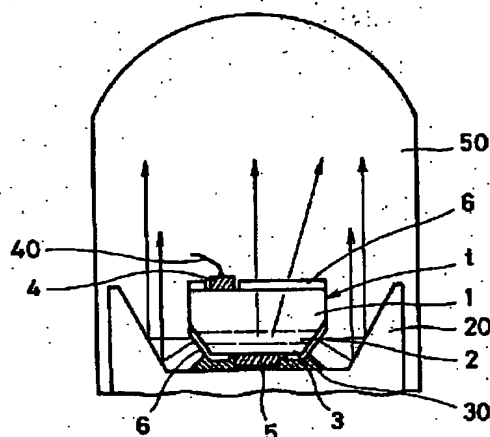
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DRAWINGS

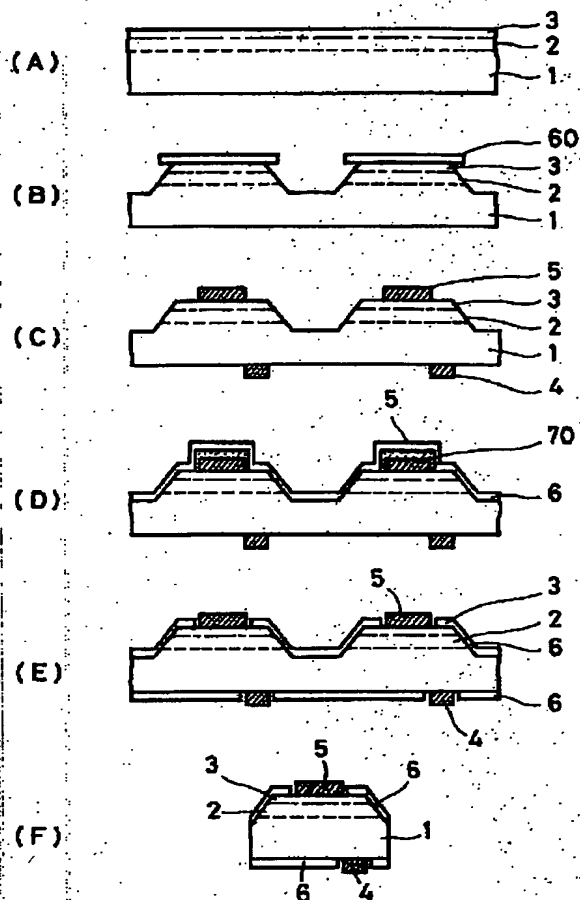
---

[Drawing 1]

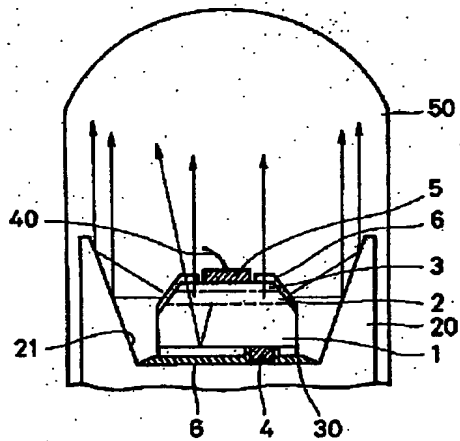


[Drawing 2]

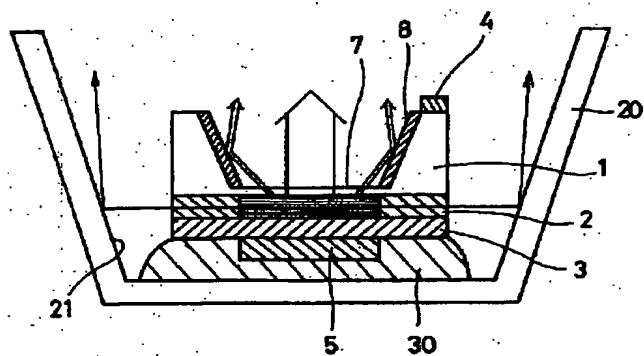




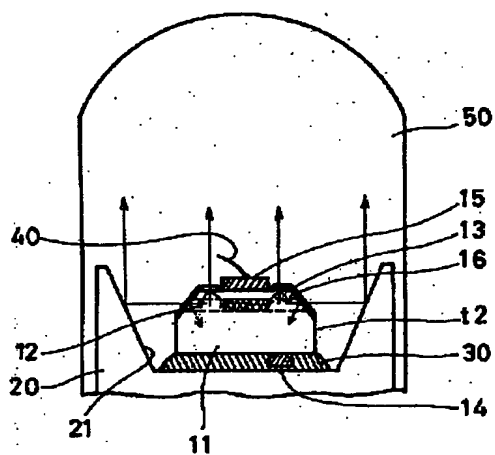
[Drawing 3]



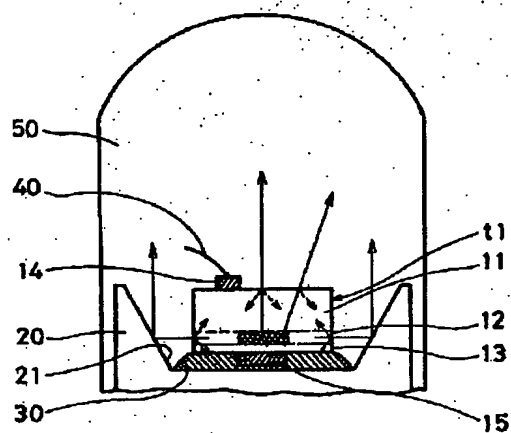
[Drawing 4]



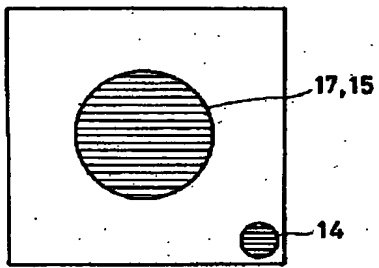
[Drawing 6]



[Drawing 5]



[Drawing 7]



---

[Translation done.]